

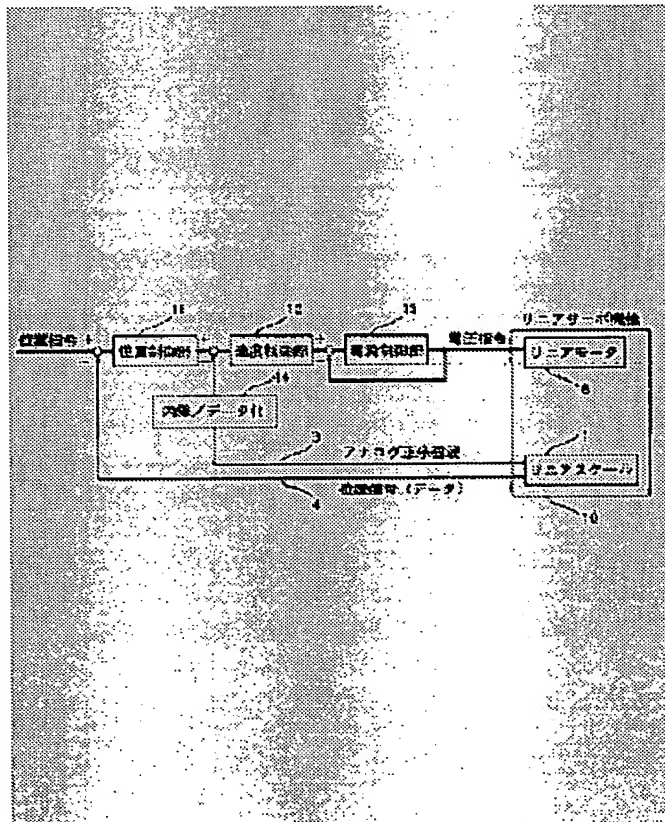
# LINEAR SERVO SYSTEM AND METHOD FOR DETECTING POLE POSITION

**Publication number:** JP10127078  
**Publication date:** 1998-05-15  
**Inventor:** KACHI MITSUYASU  
**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
- international: **H02P25/06; H02P5/00; H02P25/02; H02P5/00; (IPC1-7): H02P5/00**  
- european:  
**Application number:** JP19960280603 19961023  
**Priority number(s):** JP19960280603 19961023

Report a data error here

## Abstract of JP10127078

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To attain high resolution by employing a positional signal outputted from a linear scale, i.e., pulses of phases A and B, as a positional feedback amount and employing a speed data calculated through an interpolation/data generating means as a speed feedback amount for speed control. **SOLUTION:** A command voltage is applied through a position control means 11, a speed control means 12 and a current control means 13 to a linear motor 6 which is thereby driven and the shifted position thereof is detected by means of a linear scale 1. A position feedback amount for positional control employs a positional signal outputted from the linear scale 1, i.e., pulses of A, B pulses, whereas a speed feedback amount for speed control employs a data obtained by interpolating an analog sine and cosine signals outputted from the linear scale 1 through an interpolation/data generating means 14. Since positional resolution is not limited, speed and acceleration components can be detected with high resolution and a servo system excellent in response



BEST AVAILABLE COPY

can be configured.

Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-127078

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 P 5/00

識別記号

1 0 1

F I

H 0 2 P 5/00

1 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号

特願平8-280603

(22) 出願日

平成 8 年 (1996) 10月23日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 加知 光康

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

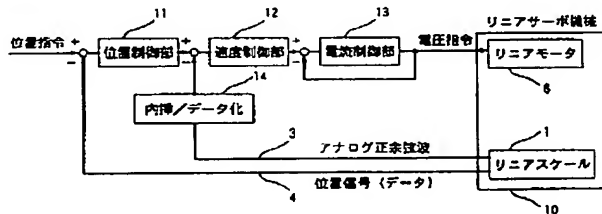
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 リニアサーボシステムおよびその磁極位置検出方法

(57) 【要約】

【課題】 リニアモータとリニアスケールとを備えたリニアサーボシステムにおいて、高分解能のリニアサーボシステムを得る。

【解決手段】 位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケール1から出力されるアナログの正余弦波を内挿し、速度データを算出するデータ内挿/データ化手段14を備え、位置フィードバック量は、リニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスを使用し、速度制御用の速度フィードバック量は、内挿/データ化手段14で算出した速度データを使用する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケールと、このリニアスケールから出力されるアナログの正余弦波を内挿し、速度データを算出するデータ内挿／データ化手段と、を備え、位置フィードバック量は、前記リニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスを使用し、速度制御用の速度フィードバック量は、前記内挿／データ化手段で算出した速度データを使用することを特徴とするリニアサーボシステム。

【請求項2】 位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケールと、このリニアスケールから出力されるアナログの正余弦波を内挿し、速度データを算出すると共にこの速度データと前記リニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスをカウントした位置データとから位置データを合成する速度検出／位置データ合成手段と、を備え、位置フィードバック量としてこの速度検出／位置データ合成手段の合成した位置データを、また、速度制御用の速度フィードバック量として前記速度検出／位置データ合成手段の算出した速度データを使用することを特徴とするリニアサーボシステム。

【請求項3】 速度データを累積した速度累積位置と位置データを累積した位置累積位置との累積値の差を常に監視し、この累積値の差が一定値を越えた場合にアラームとすることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のリニアサーボシステム。

【請求項4】 リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケールと、前記リニアモータを制御するサーボ制御装置と、アナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得ると共にこの速度データと前記リニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスをカウントした位置データとから位置データを合成する速度検出／位置データ合成手段を備え、この速度データおよび位置データをシリアルデータ化して、サーボ制御装置に伝送すると共に、温度サーマルなどのモータ情報の入力部と機械情報の入力部とを有し、モータ情報および機械情報をシリアルデータ化して、前記サーボ制御装置伝送するリニアサーボI/F装置と、を備えたリニアサーボシステム。

【請求項5】 リニアモータと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、機械負荷に応じてリニアモータに印可する直流電圧指令を変化させるリニアサーボシステムの磁極位置検出方法。

【請求項6】 リニアモータと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリ

ニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、電源投入時に、一定の電圧指令で直流励磁する段階と、停止した位置の絶対位置を基に磁極位置を作成する段階と、再び励磁し、右側および左側へ移動させる段階と、停止した位置の絶対位置を記憶する段階と、この記憶した右側移動時の絶対位置と左側移動時の絶対位置との中心を真の磁極位置を作成する段階と、を有するリニアサーボシステムの磁極位置検出方法。

【請求項7】 上下軸として使用されるリニアモータと、このリニアモータを制動するブレーキと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、上下軸のブレーキはかけたままでブレーキの保持力よりも小さな励磁力の電圧指令による一定の直流励磁のパターンにより励磁を行なう段階と、q軸電流の方向を確認し、下降方向の場合は、励磁相を逆転する段階と、を有するリニアサーボシステムの磁極位置検出方法

【請求項8】 リニアモータと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、一定の電圧指令で直流励磁を行ない、検出した相電流が規定値より大きい場合は、励磁用電圧指令を減少し、再度直流励磁を行なうようにするリニアサーボシステムの磁極位置検出方法。

【請求項9】 リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、電源投入時に、一定の電圧指令で直流励磁する段階と、リニアモータの移動方向をチェックする段階と、停止した位置のインクリメンタルのカウント値を記憶する段階と、励磁パターンを変更し、異なる電圧指令で直流励磁する段階と、リニアモータの移動方向をチェックする段階と、リニアモータの移動方向が励磁パターン変更前のリニアモータの移動方向と反対方向であれば、前記記憶した停止位置を基に磁極位置を検出する段階と、また、リニアモータの移動方向が励磁パターン変更前のリニアモータの移動方向と同じであれば、停止位置のインクリメンタルのカウント値を記憶し、この記憶停止位置のインクリメンタルのカウント値を基に磁極位置を検出する段階と、を有するリニアサーボシステムの磁極位置検出方法。

【請求項10】 リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、直流励磁により磁極基準位置を算出する段階と、往復運転を行ない、加減速に必要なピーク電流のバランスを見ながら基準位置を

補正するする段階と、を有し、数回の加減速運転により収束した時点で、適正な磁極基準位置とすることを特徴とするリニアサーボシステムの磁極位置検出方法。

【請求項11】 リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する相対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、直流励磁により磁極基準位置を算出する段階と、両方向に加減速する段階と、加減速時のピーク電流を測定する段階と、測定したこの加減速時のピーク電流を基準ピーク値とを比較する段階と、測定したこの加減速時のピーク電流が基準ピーク値より小さければ、前記磁極基準位置を磁極基準位置とする段階と、また、測定したこの加減速時のピーク電流が基準ピーク値より大きければ、前記磁極基準位置に定数を加算し、再度両方向に加減速する段階に戻す段階と、を有し、測定したこの加減速時のピーク電流が基準ピーク値より小さくなるまで、前記段階を繰り返すことを特徴とするリニアサーボシステムの磁極位置検出方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、リニアモータとリニアスケールとを備えたリニアサーボシステムおよびそのリニアサーボシステムの磁極位置検出方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図22は従来のリニアサーボ制御装置の制御ブロックを示す図である。図において、101は、上位コントローラ等（図示せず）から与えられた位置指令P、CMDとリニアスケール（図示せず）が出力する位置フィードバック量P、FBとを比較し、その差分量を基に速度指令V、CMDを演算し、出力する位置制御手段、102は、この速度指令V、CMDとリニアスケール（図示せず）からの位置フィードバック量P、FBを微分して得られる速度フィードバック量V、FBとの差分量を基に電流指令I、CMDを作成する速度制御手段、103は、この電流指令I、CMDとサーボモータ（図示せず）に流れている電流をサンプリングした電流フィードバック量I、FBとの差分量を基に電流制御を行なう電流制御手段である。

【0003】電流制御手段103で、電圧指令を作成し、サーボモータに電圧印可することにより、実際の電流（以下、実電流と記す）が流れるが、この時の発生トルクは電流に比例するので、トルク定数Ktを乗算したものが実際の発生トルク（以下、実トルクと記す）であり、これをサーボモータと負荷の重量Mで割ったものが加速度、これを2回積分したものが実際の位置（以下、実位置と記す）となる。上述の位置制御・速度制御・電流制御は、通常マイクロプロセッサ等を用いたソフトウェアにより、ある周期毎に実行される。

【0004】上述では位置フィードバック量P、FBを微分して速度フィードバック量V、FBを得ている例を示したが、ここで速度分解能について考えてみると、位置分解能が低いほど、また処理周期が短いほど、速度分解能は粗くなる。例えば、分解能が低い位置検出器を使用した場合、またサーボ性能を上げようとして演算周期を短くしていった場合に、速度分解能は粗くなる。

【0005】一般に工作機械で使用される回転型モータ用エンコーダにおいて、一般に1回転の分解能が10万パルスのものが使用され、ボールネジ10mmで直結の機械で、この10万パルスエンコーダを使用し、速度演算周期を222μsecとすると、位置フィードバック1パルス当たりの速度フィードバックの分解能は27mm/minとなる。

【0006】これに対し、リニアスケールでは1μmの分解能のものが一般に使用されるが、速度演算周期を上述と同様に222μsecとすると、速度分解能は270mm/minと、回転型モータ用エンコーダと比べて1桁大きな値となっていた。

【0007】図23は外乱補正を含む従来のリニアサーボ制御装置の制御ブロックを示す図である。ただし、位置制御・速度制御については図22と同様であり、説明を省略する。リニアサーボではボールネジ駆動と異なり、外乱Td成分が直にモータに加わる構成のため、インパクト負荷等の抑制性能の向上が必須であり、以下の処理を行っていた。

【0008】トルク制御を行なうために加速度を演算する必要があることから、位置フィードバック量P、FBを2回微分し、さらに予想されるトルク定数Ktc、重量Mcを逆算することにより、トルク外乱Tdを取り除いた電流値Icを得る。この電流値Icと電流指令I、CMDとを比較し、差分量に補正用のゲインKdを乗算して、電流指令に加算するという外乱補正を行っていた。しかし、加速度を演算するために2回微分を行なうので、機械に対し加振源として扱わねばならなかった。

【0009】ギヤなどの減速機構によりイナーシャ量を小さくでき、ワークの重量の影響の少ないボールネジ駆動と異なり、リニアサーボではワークの重量が速度ループゲインに直接関係してくるので、速度ループゲインを従来のボールネジ駆動に比べて大きくしなければならぬが、速度分解能が粗い場合、電流指令に速度分解能分のトルクリップルが発生し、実トルクにもリップルが発生するので、振動が発生し易くなり、位置ゲイン・速度ゲインを上げることができなかった。

【0010】さらに、回転型モータ用エンコーダにおいては1回転の分解能が100万パルスのものも使用されるようになってきており、リニアサーボにおいて超高速・超加速度システム実現のためサーボ性能の向上が望まれていた。

【0011】図24は、従来のリニアサーボシステムに

おける磁極位置検出の位置関係を示す図である。図は固定子側を磁石、可動子側をコイルとした例を示したもので、固定子側に何らかの信号発生源を、可動子側にこの発生信号を受信する機構あるいは電気的な装置を設け、サーボ制御装置に伝達する。固定子の磁極をa, b, cの3種のパルス信号を用いて可動子側で検出するもので、磁極位置検出の精度は図に示すように電気角 $360^\circ$ を6分割した電気角 $60^\circ$ となる。ただし、この信号は位置のフィードバック用の信号とは別の信号である。

#### 【0012】

【発明が解決しようとする課題】速度フィードバック量V、FBを位置フィードバック量P、FBを微分して得ているので、速度分解能が粗くなるという問題点があった。

【0013】永久磁石を用いた同期型サーボモータでは、磁極の位置を検出する必要がある。回転型のモータでは、モータとこのモータの背後に取り付けるエンコーダ等の検出器との基準パルス位置を製造時に合せることにより、磁極位置が自動で検出できる。しかし、リニアモータではモータとスケール（検出器）との距離が長く、またモータとスケールとが一体でないため、スケールの位置とモータの磁極とが一致せず、磁極検出用の特別な検出機構および回路が必要であるという問題点があった。

【0014】さらに、磁極位置検出の精度が電気角 $60^\circ$ と粗いという問題点があった。

【0015】この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、第1の目的は、高分解能のリニアサーボシステムを得るものである。

【0016】また、第2の目的は、磁極検出が容易なりニアサーボシステムを得るものである。

【0017】さらに、第3の目的は、磁極位置検出の精度の高いリニアサーボシステムを得るものである。

#### 【0018】

【課題を解決するための手段】この発明に係るリニアサーボシステムは、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケールと、このリニアスケールから出力されるアナログの正余弦波を内挿し、速度データを算出するデータ内挿／データ化手段と、を備え、位置フィードバック量は、リニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスを使用し、速度制御用の速度フィードバック量は、内挿／データ化手段で算出した速度データを使用するものである。

【0019】また、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケールと、このリニアスケールから出力されるアナログの正余弦波を内挿し、速度データを算出すると共にこの速度データと前記リニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスをカウントした位置データとから位置デ

ータを合成する速度検出／位置データ合成手段と、を備え、位置フィードバック量として速度検出／位置データ合成手段の合成した位置データを、また、速度制御用の速度フィードバック量として速度検出／位置データ合成手段の算出した速度データを使用するものである。

【0020】さらに、速度データを累積した速度累積位置と位置データを累積した位置累積位置との累積値の差を常に監視し、この累積値の差が一定値を越えた場合にアラームとするものである。

【0021】さらにまた、リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケールと、リニアモータを制御するサーボ制御装置と、アナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得ると共にこの速度データとリニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスをカウントした位置データとから位置データを合成する速度検出／位置データ合成手段を備え、この速度データおよび位置データをシリアルデータ化して、サーボ制御装置に伝送すると共に、温度サーマルなどのモータ情報の入力部と機械情報の入力部とを有し、モータ情報および機械情報をシリアルデータ化して、サーボ制御装置へ伝送するリニアサーボI/F装置と、を備えたものである。

【0022】この発明に係るリニアサーボシステムの磁極位置検出方法は、リニアモータと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、機械負荷に応じてリニアモータに印可する直流電圧指令を変化させるものである。

【0023】また、リニアモータと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、電源投入時に、一定の電圧指令で直流励磁する段階と、停止した位置の絶対位置を基に磁極位置を作成する段階と、再び励磁し、右側および左側へ移動させる段階と、停止した位置の絶対位置を記憶する段階と、この記憶した右側移動時の絶対位置と左側移動時の絶対位置との中心を真の磁極位置を作成する段階と、を有するものである。

【0024】さらに、上下軸として使用されるリニアモータと、このリニアモータを制動するブレーキと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、上下軸のブレーキはかけたままでブレーキの保持力よりも小さな励磁力の電圧指令による一定の直流励磁のパターンにより励磁を行なう段階と、q軸電流の方向を確認し、下降方向の場合は、励磁相を逆転する段階と、を有するものである。

【0025】さらにまた、リニアモータと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、一定の電圧指令で直流励磁を行ない、検出した相電流が規定値より大きい場合は、励磁用電圧指令を減少し、再度直流励磁を行なうようにするものである。

【0026】リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する相対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、電源投入時に、一定の電圧指令で直流励磁する段階と、リニアモータの移動方向をチェックする段階と、停止した位置のインクリメンタルのカウント値を記憶する段階と、励磁パターンを変更し、異なる電圧指令で直流励磁する段階と、リニアモータの移動方向をチェックする段階と、リニアモータの移動方向が励磁パターン変更前のリニアモータの移動方向と反対方向であれば、前記記憶した停止位置を基に磁極位置を検出する段階と、また、リニアモータの移動方向が励磁パターン変更前のリニアモータの移動方向と同じであれば、停止位置のインクリメンタルのカウント値を記憶し、この記憶停止位置のインクリメンタルのカウント値を基に磁極位置を検出する段階と、を有するものである。

【0027】また、リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する相対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、直流励磁により磁極基準位置を算出する段階と、往復運転を行ない、加減速に必要なピーク電流のバランスを見ながら基準位置を補正するする段階と、を有し、数回の加減速運転により収束した時点で、適正な磁極基準位置とすることを特徴とするものである。

【0028】さらに、リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する相対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、直流励磁により磁極基準位置を算出する段階と、両方向に加減速する段階と、加減速時のピーク電流を測定する段階と、測定したこの加減速時のピーク電流を基準ピーク値とを比較する段階と、測定したこの加減速時のピーク電流が基準ピーク値より小さければ、前記磁極基準位置を磁極基準位置とする段階と、また、測定したこの加減速時のピーク電流が基準ピーク値より大きければ、前記磁極基準位置に定数を加算し、再度両方向に加減速する段階に戻す段階と、を有し、測定したこの加減速時のピーク電流が基準ピーク値より小さくなるまで、前記段階を繰り返すようにしたものである。

【0029】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1は、この発明の一実施の形態であるアナログの正余弦波を内挿して速度フィードバック量を得るサーボ制御装置の制御ブロックを示す図である。図において、1は機械位置を検出すると共にアナログの正余弦波原信号を出力するリニアスケール、3はアナログの正余弦波原信号を伝送するアナログ波伝送路、4は位置信号としてのA、B相パルスを伝送するA、B相パルス伝送路、6はリニアモータ、10はリニアモータ6およびリニアスケール1を搭載したリニアサーボ機械、11は位置制御手段、12は速度制御手段、13は電流制御手段、14はアナログの正余弦波を内挿して速度フィードバック量を得る内挿／データ化手段である。

【0030】位置制御手段11、速度制御手段12、電流制御手段13を経てリニアモータ6に指令電圧が印可され、リニアモータ6が駆動されて、動いた位置がリニアスケール1によって検出される。位置制御用の位置フィードバック量は、リニアスケール1から出力される位置信号としてのA、B相パルスを使用し、速度制御用の速度フィードバック量は、リニアスケール1から出力されるアナログの正余弦波を内挿／データ化手段14で内挿したデータを使用する。

【0031】図2はこの発明の一実施の形態であるサーボ制御装置のブロック図である。図において、1はリニアスケール、2はアナログの正余弦波を内挿し高分解能な速度検出を行なう速度検出手段、3はアナログ波伝送路、4はA、B相パルス伝送路、5は絶対位置データ伝送路、6はリニアモータ、7aはリニアモータ6を位置制御するサーボ制御装置、8は位置指令をサーボ制御装置7に出力する数値制御装置、10はリニアサーボ機械である。

【0032】次にフィードバック量の処理について説明する。電源投入時に、絶対位置データ伝送路5で伝送される絶対位置データを読み込む。その後は、A、B相パルス伝送路4で伝送されるインクリメンタル信号のA、B相パルス出力をカウントし、加算することにより、上述の電源投入時に絶対位置データ伝送路5で伝送された絶対位置を、更新して位置フィードバック量を演算する。また、速度についてはアナログ波伝送路3で伝送されるアナログの正余弦波を速度検出手段2で内挿して速度フィードバック量を得る。

【0033】図3は、この発明の一実施の形態である内挿／データ化手段14でアナログの正余弦波を内挿して速度フィードバック量を得るフローチャートである。ステップS101で、アナログ正弦波／余弦波を同時サンプリングし、A/D変換する。ステップS102で、それぞれのオフセット補正データ $SIN(OF)$ 、 $COS(OF)$ を除去したデータ $SIN'\theta$ 、 $COS'\theta$ を得る。ステップS103で、振幅補正ゲイン $SIN(AM)$ 、 $COS(AM)$ を $SIN'\theta$ 、 $COS'\theta$ に乗算し、振幅差のない理想振幅の正弦波／余弦波 $SIN''$



$\theta$ ,  $\cos'' \theta$ を得る。ステップS104で、余弦波側を次式加法定理により $r$ だけずらして $\sin'' \theta$ ,  $\cos'' \theta$ を基準に $\cos''' \theta$ を得る。(ここで、 $r$ は $\sin \theta$ とのずれ角で、 $\sin \theta$ と $\cos \theta$ との位相差が $90^\circ$ から $r$ ずれていることを示す。)

$$\cos''' \theta = \cos'' \theta \cdot \cos r - \sin'' \theta \cdot \sin r$$

ステップS105で、 $\sin'' \theta$ と $\cos''' \theta$ とから $\tan^{-1} \theta$ を演算する。

【0034】この $\tan^{-1} \theta$ により、1周期内角度 $\theta_n$ を算出し、前回までの速度累積位置 $\Sigma \theta_{n-1}$ に今回の $\theta_n$ を加算し、今回の速度累積位置を算出する

【0035】ここで、上述のフローチャートにより得られる速度フィードバック量の分解能を求める。例えば、A、B相パルス出力の4通倍後の分解能が $1 \mu\text{m}$ に対しアナログ原信号の1周期が $40 \mu\text{m}$ で、8ビットA/Dコンバータを使用して内挿し、 $\tan^{-1} \theta$ を求めた場合、9ビットの精度まで分割することが可能であり、 $40/512=0.080 \mu\text{m}$ の分解能となるので、従来の約10倍の分解能が得られたことになる。これは、回転型モータを使用した直結のボールネジ $10 \text{mm}$ の機械の場合と比較すると、12万パルス/回転となる。

【0036】実施の形態2. 図4は、この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。図において、1、3~6、10は、実施の形態1の図2と同様のものであり、その説明を省略する。7bはリニアモータ6を位置制御するサーボ制御装置、15はアナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得ると共にこのデータをシリアルデータ化して、サーボ制御装置7bに伝送するリニアサーボI/F装置である。前述の実施の形態1では、内挿/データ化手段14を速度検出手段2としてサーボ制御装置7aに内蔵した例を示したが、この実施の形態ではリニアサーボI/F装置15でアナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得ると共にこのデータをシリアルデータ化して、サーボ制御装置7bに伝送するようにしたものである。

【0037】この実施の形態では、リニアサーボI/F装置15によりアナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得ると共にこのデータをシリアルデータ化して、サーボ制御装置7aに伝送するようにしたので、専用のサーボ制御装置を使用する図2と異なり、標準のサーボ制御装置を使用することができ、また、アナログ伝送路を短くすることができるので、信頼性の高い速度データを得ることができる。

【0038】実施の形態3. 図5は、この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置の制御ブロック図である。図において、1、3、4、6、10~14は、実施の形態1の図2と同様のものであり、その説明を省略する。16は、内挿/データ化手段14により算出された速度データとリニアスケール1から出力される位置信号とし

てのA、B相パルスをカウントした位置データとから位置データを合成する位置データ合成手段である。

【0039】図6は、この発明の一実施の形態に係る位置データ合成手段16の位置データ合成方法を示すフローチャートである。ステップS201で、アナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データ $P_v$ を得る。ステップS202で、アナログの正余弦波のサンプリングと同時にサンプリングしたA、B相パルス出力をカウントした位置データ $P_{FB}$ を参照する。ステップS203で、位置データ $P_{FB}$ に基準誤差量 $P_{be}$ を加算した位置補正データ $P_c$ を得る。(ここで、基準誤差量 $P_{be}$ は位置と速度とのデータ差であり、リニアスケールを初めて使用した時に測定し、予め不揮発性メモリ等に格納しておく。)

$$P_c = P_{FB} + P_{be}$$

ステップS204で、位置補正データ $P_c$ と速度データ $P_v$ とを重ね合わせ、この重ね合わせで発生する誤差を $P_e$ とする。(この場合の基準は、精度の高い速度側とする。)

続けて、位置補正データ $P_c$ に誤差 $P_e$ を加算して、高分解能の位置データ $P_{c'}$ を得る。

$$P_e = P_c - P_v$$

(ただし、位置データ $P_{FB}$ の1パルスを基準として、 $|P_e| \leq 1/2$ パルス)

$$P_{c'} = P_c + P_e$$

この位置データは、位置制御・速度制御毎に毎回作成し、位置情報・速度情報として使用する。

【0040】図7は、この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。図において、1、3、4、6、10は、実施の形態1の図2と同様のものであり、その説明を省略する。7cはサーボ制御装置、17はアナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得ると共に位置データ合成をする速度検出/位置データ合成手段である。内挿/データ化手段14および位置データ合成手段16を速度検出/位置データ合成手段17としてサーボ制御装置7cに内蔵したものである。

【0041】図8は、この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。図において、1、3、4、6、10は、実施の形態1の図1と同様のものであり、その説明を省略する。7dはサーボ制御装置、18はアナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得、位置データ合成をすると共にこのデータをシリアルデータ化して、サーボ制御装置7dに伝送するリニアサーボI/F装置である。

【0042】リニアサーボI/F装置18によりアナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得ると共に位置データ合成をし、このシリアルデータ化した位置データを、サーボ制御装置7dに伝送するようにしたので、専用のサーボ制御装置を使用する図7cと異な



り、標準のサーボ制御装置を使用することができ、また、アナログ伝送路を短くすることができ、信頼性の高い位置データを得ることができる。

【0043】実施の形態4. 図9は、この発明の一実施の形態に係る速度累積位置と位置累積位置との関係を示す図である。速度データと位置データとを累積し、この累積値の差を常に監視し、この累積値の差が一定値を越えた場合にアラームとするものである。

【0044】実施の形態5. 図10は、この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。図において、1、3、4、6、10は、実施の形態1の図1と同様のものであり、その説明を省略する。7eはサーボ制御装置、21は温度サーマルなどのモータ情報用の伝送路、22は機械情報用の伝送路、23はリニアサーボI/F装置である。

【0045】リニアサーボI/F装置23は、アナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得ると共に位置データ合成をする速度検出/位置データ合成手段を備え、位置データをシリアルデータ化して、サーボ制御装置7cに伝送すると共に、温度サーマルなどのモータ情報の入力部と機械情報の入力部とを備え、モータ情報および機械情報をシリアルデータ化して、サーボ制御装置7eに伝送する。

【0046】実施の形態6. 図11は、この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。図において、1aは絶対位置検出リニアスケール、6はリニアモータ、7fはサーボ制御装置、24は機械負荷、25は直流電圧指令可変手段である。リニアモータの磁極位置を検出するために行なう直流励磁は実機においては、機械負荷25に応じて変化させる必要があり、直流電圧指令可変手段25は、パラメータによりサーボ制御装置7fがリニアモータ6に印可する直流電圧指令を可変するので、常に適正な位置に停止させる。

【0047】図12は、この発明の一実施の形態に係る直流電圧パターンをパラメータで可変に調整する場合の各相に印可する電圧指令の比を示した図である。図のNO. 1はU相にMAX電圧を加え、他のV相、W相にはその1/2の電圧を加える例である。直流励磁に対し、リニアモータ6は磁気的に吸引される位置で停止するが、機械によっては調整位置が制限される場合が想定され、図では3相のパターン6個の例を示したが、更に細かい角度レベルで任意に選べるようにして、なるべく少ない移動距離で停止できるようにしてもよい。

【0048】図13は、この発明の一実施の形態に係る駆動時の磁極検出方法（初期調整時）を示すフローチャートである。ステップS301で、同期型リニアサーボモータ（LSM）の磁極位置を検出するために、モータをあるパターンでの直流励磁をする。ステップS302で、モータは直流励磁のパターンにより所定の電気角で停止するので、この位置における絶対位置カウンタを基

準磁極位置（MPBP）として、サーボ制御装置あるいはその上位のコントローラに記憶する。

【0049】図14は、この発明の一実施の形態に係る駆動時の磁極検出方法を示すフローチャートである。初期調整時に図13に示す磁極検出を1回実行すれば、次の電源投入時からは、以下のフローチャートにより、自動で磁極位置を検出する。ステップS311で、電源投入時絶対位置カウンタ（ABS0）を読み込む。ステップS312で、初期調整時に記憶した基準磁極位置（MPBP）とサーボパラメータのリニアスケール分解能（SKP（p/mm））、磁極ピッチ（MPIT（mm））を基に、次式により現在のモータ電気角 $\theta$ を得る。

$$A = \text{余り}((ABS0 - MPBP) / (SKP * MPIT))$$

$$\theta = (A * 360) / (SKP * MPIT)$$

ステップS313で、モータ電気角 $\theta$ を使用して電流制御を行なう。

【0050】実施の形態7. 図15は、この発明の一実施の形態に係る駆動時の磁極検出方法（初期調整時）を示すフローチャートである。ステップS321で、自動で一定の直流励磁のパターンにより励磁を行なう。ステップS322で、停止位置の絶対位置（MPBP0）を記憶する。ステップS323で、上述の図14のフローチャートにより絶対位置（MPBP0）を基に作成された磁極位置から、モータを例えば左側へ電気角で30°程度ずらした位置に移動した後、再び励磁し停止した位置の絶対位置（MPBPL）を記憶する。ステップS324で、モータを右側（ステップS323と逆方向）へ電気角で30°程度ずらした位置に移動した後、再び励磁し停止した位置の絶対位置（MPBPR）を記憶する。ステップS325で、ステップS323で記憶した絶対位置（MPBPL）とステップS324で記憶した絶対位置（MPBPR）との中心を真の磁極位置とする。

$$\text{真の磁極位置 } MPBP = (MPBPL + MPBPR) / 2$$

【0051】実施の形態8. 図16は、この発明の一実施の形態に係る上下軸の駆動時の磁極検出方法（初期調整時）を示すフローチャートである。ステップS331で、上下軸のブレーキはかけたままとする。ステップS332で、ブレーキの保持力よりも小さな励磁力の電圧指令Vpによる一定の直流励磁のパターンにより励磁を行なう。ステップS333で、q軸電流の方向を確認し、この方向が上昇方向の場合はステップS335に進む。q軸電流の方向が下降方向の場合は、ステップS334で励磁相を逆転する。ステップS335で、電圧指令Vpを徐々に大きくし、動き出すのを確認した後、ブレーキを解除する。ステップS336で、停止位置の絶対位置（MPBPP）を記憶する。

【0052】以後の処理は、上述の図13、図14により電流制御を行なう。この実施の形態では、重力が影響する上下軸などでブレーキをかけながら直流励磁パターンを決定し、初期調整時には必ず上方向に移動して停止する。

【0053】実施の形態9. 図17は、この発明の一実施の形態に係る駆動時の磁極検出方法（初期調整時）を示すフローチャートである。ステップS341で、一定の電圧指令Vpで直流励磁する。ステップS342で、相電流を検出する。

$$I_u, I_v, I_w (= -(I_u + I_v))$$

ステップS343で、検出した相電流を規定値と比較する。検出した相電流が規定値より大きい場合は、ステップS344で電圧指令Vpを減少し、ステップS343に戻る。検出した相電流が規定値より小さい場合は、ステップS345で停止位置の絶対位置(MPBP)を記憶する。

【0054】以後の処理は、上述の図13、図14により電流制御を行なう。この実施の形態では、初期調整時の相電流を監視し、過大な電流が検出された場合には励磁用電圧指令を小さく絞って、モータを減磁から保護する。

【0055】実施の形態10. 図18は、この発明の一実施の形態に係る相対位置検出リニアスケールを使用した場合の磁極検出方法を示すフローチャートである。ステップS401で、サーボ制御装置の電源を投入する。ステップS402で、一定の電圧指令Vpで直流励磁する。ステップS403で、停止位置のインクリメンタルのカウント値(MPOS)を記憶する。ステップS404で、リニアスケール分解能(SKp(p/mm))と磁極ピッチ(MPIT(mm))と停止位置のインクリメンタルのカウント値(MPOS)と現在のフィードバックカウンタ位置MPAMとを基に、次式により現在のモータ電気角θを得る。

$$A = \text{余り}((MPAM - MPOS) / (SKP * MPIT))$$

$$\theta = (A * 360) / (SKP * MPIT)$$

ステップS405で、モータ電気角θを使用して電流制御を行なう。

【0056】図19は、この発明の一実施の形態に係る相対位置検出リニアスケールを使用した場合の磁極検出方法を示すフローチャートである。上述の図18では、一定の電圧指令での直流励磁の例を示したが、図19は直流励磁のパターンを自動で変化させ、磁極検出をするものである。ステップS411で、一定の電圧指令Vp1で直流励磁する。ステップS412で、モータの動き出す方向をチェックする。このフローチャートでは、最初に左側へ動いたかチェックする例で以下説明する。モータの動き出す方向が左側の場合、ステップS418へ進む。

【0057】モータの動き出す方向が右側の場合、ステップS413で、停止した位置を記憶し、電圧指令Vp6の励磁パターンに変更する。ステップS414で、左側に移動したかチェックし、左側に移動した場合、この位置を記憶し、ステップS421へ進む。右側に移動した場合、ステップS415で、停止した位置を記憶し、電圧指令Vp5の励磁パターンに変更する。ステップS416で、左側に移動したかチェックし、左側に移動した場合、この位置を記憶し、ステップS421へ進む。右側に移動した場合、ステップS415で、電圧指令Vp4の励磁パターンに変更し、停止した位置を記憶し、ステップS421へ進む。

【0058】ステップS412のチェックで、モータの動き出す方向が左側の場合、ステップS418で、停止した位置を記憶し、電圧指令Vp2の励磁パターンに変更する。ステップS419で、左側に移動かチェックし、右側に移動した場合、この位置を記憶し、ステップS421へ進む。左側に移動した場合、ステップS420で、電圧指令Vp3の励磁パターンに変更し、停止した位置を記憶し、ステップS421へ進む。

【0059】ステップS421では、記憶した位置と最終励磁パターンにより、磁極位置MPBPを算出する。以降、上述の図18のステップS404、ステップS405と同様に、モータ電気角θを算出して電流制御を行なう。この実施の形態では、励磁パターンを自動で変化させながら一番近い位置で、磁極位置を検出するものである。

【0060】実施の形態11. 図20は、この発明の一実施の形態に係る相対位置検出リニアスケールを使用した場合の磁極調整時の最終微調の状況を示す図である。直流励磁により調整された磁極位置は、機械負荷などにより微小なずれを持っている可能性がある。そこで、磁極調整の最後に往復運転を数回行ない、加減速に必要なピーク電流のバランスを見ながら基準位置を補正する。図のように、モータ早送り加速時の電流が左方向100%で右方向90%と10%のずれがある場合、磁極基準位置MPBPを以下の式で算出し、

$$MPBP = MPBP + (A - B) * Kc$$

(ここで、KcはMPBP調整用比例定数)

再び加減速を行なう。数回の加減速運転により収束した時点で、適正なMPBPとする。

【0061】実施の形態12. 図21は、この発明の一実施の形態に係る相対位置検出リニアスケールを使用した場合の磁極調整時の最終微調を示すフローチャートである。ステップS501で、両方向に加減速する。ステップS502で、加減速時のIdmaxを測定する。ステップS503で、Idmaxと基準ピーク値Ipdmaxとを比較し、Idmaxが基準ピーク値Ipdmaxより小さければ、現状の磁極基準位置MPBPでOKとする。Idmaxが基準ピーク値Ipdmaxより大

きければ、ステップS504で、磁極基準位置MPBPに定数kを加算し、ステップS501に戻る。

【0062】

【発明の効果】この発明は、以上説明したように構成されているので、以下に示すような効果を奏する。

【0063】この発明に係るリニアサーボシステムは、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケールと、このリニアスケールから出力されるアナログの正余弦波を内挿し、速度データを算出するデータ内挿／データ化手段と、を備え、位置フィードバック量は、リニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスを使用し、速度制御用の速度フィードバック量は、内挿／データ化手段で算出した速度データを使用するようにしたので、位置分解能に制限されることなく、分解能の高い速度・加速度成分が検出できるようになることから、速度ゲインを上げることができ、応答性の良いサーボシステムが構築できる。

【0064】また、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケールと、このリニアスケールから出力されるアナログの正余弦波を内挿し、速度データを算出すると共にこの速度データと前記リニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスをカウントした位置データとから位置データを合成する速度検出／位置データ合成手段と、を備え、位置フィードバック量として速度検出／位置データ合成手段の合成した位置データを、また、速度制御用の速度フィードバック量として速度検出／位置データ合成手段の算出した速度データを使用するようにしたので、速度分解能を高めると共に位置分解能をも高めることができ、高精度のサーボシステムが構築できる。

【0065】さらに、速度データを累積した速度累積位置と位置データを累積した位置累積位置との累積値の差を常に監視し、この累積値の差が一定値を越えた場合にアラームとするようにしたので、位置ずれを容易に防止できるサーボシステムが構築できる。

【0066】さらにまた、リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力するリニアスケールと、リニアモータを制御するサーボ制御装置と、アナログの正余弦波を内挿して高分解能な速度データを得ると共にこの速度データとリニアスケールから出力される位置信号としてのA、B相パルスをカウントした位置データとから位置データを合成する速度検出／位置データ合成手段を備え、この速度データおよび位置データをシリアルデータ化して、サーボ制御装置に伝送すると共に、温度サーマルなどのモータ情報の入力部と機械情報の入力部とを有し、モータ情報および機械情報をシリアルデータ化して、サーボ制御装置へ伝送するリニアサーボI/F装置と、を備えるようにしたので、複数の長距離配線を追加することなく、またサーボ

制御装置側に新たな入力部や信号を処理するための回路を設けることなく、機能の追加が容易なサーボシステムが構築できる。

【0067】この発明に係るリニアサーボシステムの磁極位置検出方法は、リニアモータと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、機械負荷に応じてリニアモータに印可する直流電圧指令を変化させるようにしたので、リニアモータを直流励磁する電圧供給装置が不要となると共に、モータ特性や重力の有無によらず適切な磁極位置検出ができる。

【0068】また、リニアモータと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、電源投入時に、一定の電圧指令で直流励磁する段階と、停止した位置の絶対位置を基に磁極位置を作成する段階と、再び励磁し、右側および左側へ移動させる段階と、停止した位置の絶対位置を記憶する段階と、この記憶した右側移動時の絶対位置と左側移動時の絶対位置との中心を真の磁極位置を作成する段階と、を有するようにしたので、高精度な磁極位置検出ができる。

【0069】さらに、上下軸として使用されるリニアモータと、このリニアモータを制動するブレーキと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、上下軸のブレーキはかけたままでブレーキの保持力よりも小さな励磁力の電圧指令による一定の直流励磁のパターンにより励磁を行なう段階と、q軸電流の方向を確認し、下降方向の場合は、励磁相を逆転する段階と、を有するようにしたので、初期磁極位置調整の難しい上下軸についても容易に磁極位置の調整ができる。

【0070】さらにまた、リニアモータと、絶対位置データ、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、一定の電圧指令で直流励磁を行ない、検出した相電流が規定値より大きい場合は、励磁用電圧指令を減少し、再度直流励磁を行なうようにするようにしたので、初期磁極位置調整時にリニアモータを減磁から保護できる。

【0071】リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する絶対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、電源投入時に、一定の電圧指令で直流励磁する段階と、モータの移動方向をチェックする段階と、停止した位置のインクリメンタルのカ

ウント値を記憶する段階と、励磁パターンを変更し、異なる電圧指令で直流励磁する段階と、モータの移動方向をチェックする段階と、モータの移動方向が励磁パターン変更前のモータの移動方向と反対方向であれば、前記記憶した停止位置を基に磁極位置を検出する段階と、また、モータの移動方向が励磁パターン変更前のモータの移動方向と同じであれば、停止位置のインクリメンタルのカウント値を記憶し、この記憶停止位置のインクリメンタルのカウント値を基に磁極位置を検出する段階と、を有するようにしたので、モータを大きく動かさずに磁極位置検出ができる。

【0072】また、リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する相対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、直流励磁により磁極基準位置を算出する段階と、往復運転を行ない、加減速に必要なピーク電流のバランスを見ながら基準位置を補正する段階と、を有し、数回の加減速運転により収束した時点で、適正な磁極基準位置とするようにしたので、磁極基準位置の誤差を容易に補正できる。

【0073】さらに、リニアモータと、位置信号としてのA、B相パルスおよびアナログの正余弦波を出力する相対位置検出リニアスケールと、を備えたリニアサーボシステムの磁極位置検出方法において、直流励磁により磁極基準位置を算出する段階と、両方向に加減速する段階と、加減速時のピーク電流を測定する段階と、測定したこの加減速時のピーク電流を基準ピーク値とを比較する段階と、測定したこの加減速時のピーク電流が基準ピーク値より小さければ、前記磁極基準位置を磁極基準位置とする段階と、また、測定したこの加減速時のピーク電流が基準ピーク値より大きければ、前記磁極基準位置に定数を加算し、再度両方向に加減速する段階に戻す段階と、を有し、測定したこの加減速時のピーク電流が基準ピーク値より小さくなるまで、前記段階を繰り返すようにしたので、磁極基準位置の誤差を容易に補正できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施の形態であるアナログの正余弦波を内挿して速度フィードバック量を得るサーボ制御装置の制御ブロックを示す図である。

【図2】 この発明の一実施の形態であるサーボ制御装置のブロック図である。

【図3】 この発明の一実施の形態である内挿／データ化手段14でアナログの正余弦波を内挿して速度フィードバック量を得るフローチャートである。

【図4】 この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。

【図5】 この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置の制御ブロック図である。

【図6】 この発明の一実施の形態に係る位置データ合

成手段16の位置データ合成方法を示すフローチャートである。

【図7】 この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。

【図8】 この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。

【図9】 この発明の一実施の形態に係る速度累積位置と位置累積位置との関係を示す図である。

【図10】 この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。

【図11】 この発明の一実施の形態に係るサーボ制御装置のブロック図である。

【図12】 この発明の一実施の形態に係る直流電圧パターンをパラメータで可変に調整する場合の各相に印可する電圧指令の比を示した図である。

【図13】 この発明の一実施の形態に係る駆動時の磁極検出方法（初期調整時）を示すフローチャートである。

【図14】 この発明の一実施の形態に係る駆動時の磁極検出方法を示すフローチャートである。

【図15】 この発明の一実施の形態に係る駆動時の磁極検出方法（初期調整時）を示すフローチャートである。

【図16】 この発明の一実施の形態に係る上下軸の駆動時の磁極検出方法（初期調整時）を示すフローチャートである。

【図17】 この発明の一実施の形態に係る駆動時の磁極検出方法（初期調整時）を示すフローチャートである。

【図18】 この発明の一実施の形態に係る相対位置検出リニアスケールを使用した場合の磁極検出方法を示すフローチャートである。

【図19】 この発明の一実施の形態に係る相対位置検出リニアスケールを使用した場合の磁極検出方法を示すフローチャートである。

【図20】 この発明の一実施の形態に係る相対位置検出リニアスケールを使用した場合の磁極調整時の最終微調の状況を示す図である。

【図21】 この発明の一実施の形態に係る相対位置検出リニアスケールを使用した場合の磁極調整時の最終微調を示すフローチャートである。

【図22】 従来のリニアサーボ制御装置の制御ブロックを示す図である。

【図23】 外乱補正を含む従来のリニアサーボ制御装置の制御ブロックを示す図である。

【図24】 従来のリニアサーボシステムにおける磁極位置検出の構成を示す図である。

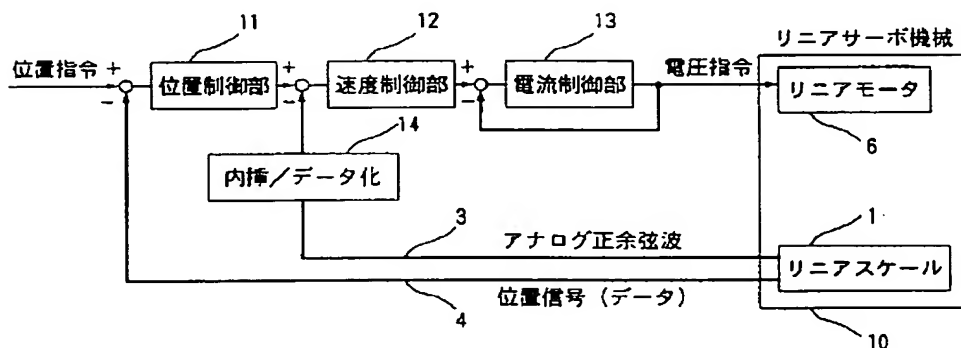
#### 【符号の説明】

1 リニアスケール、 2 速度検出手段、 3 アナログ波伝送路、 4 A、B相パルス伝送路、 5 絶対

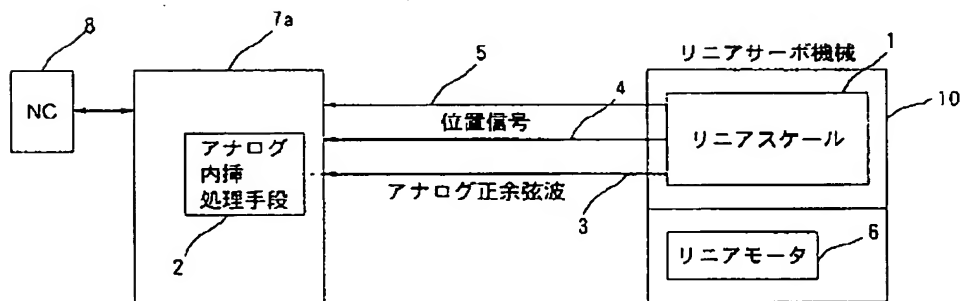
位置データ伝送路、 6 リニアモータ、 7 a, 7 b, 7 c, 7 d, 7 e, 7 f サーボ制御装置、 8 数値制御装置、 10 リニアサーボ機械、 11 位置制御手段、 12 速度制御手段、 13 電流制御手段、 14 内挿/データ化手段、 15 リニアサーボ I /

F 装置、 16 位置データ合成手段、 17 速度検出 / 位置データ合成手段、 18 サーボ制御装置、 21 モータ情報用の伝送路、 22 機械情報用の伝送路、 23 リニアサーボ I / F 装置、 24 機械負荷、 25 直流電圧指令可変手段。

【図1】

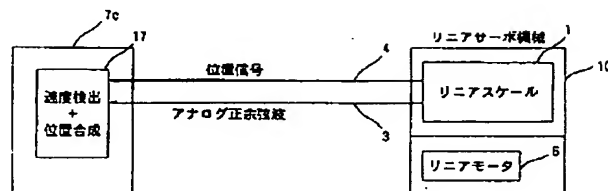
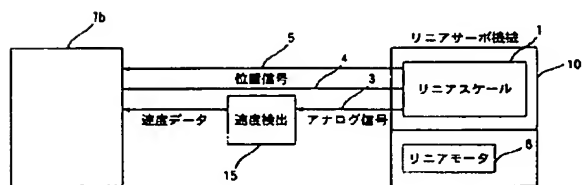


【図2】



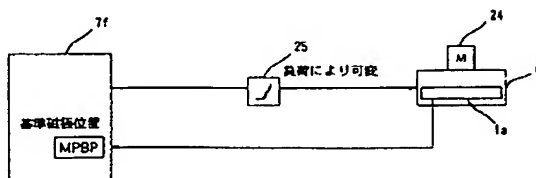
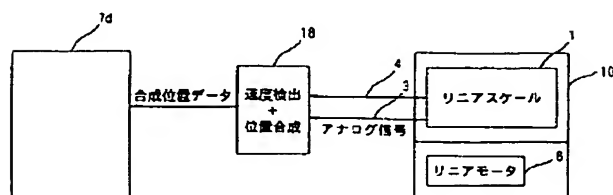
【図4】

【図7】

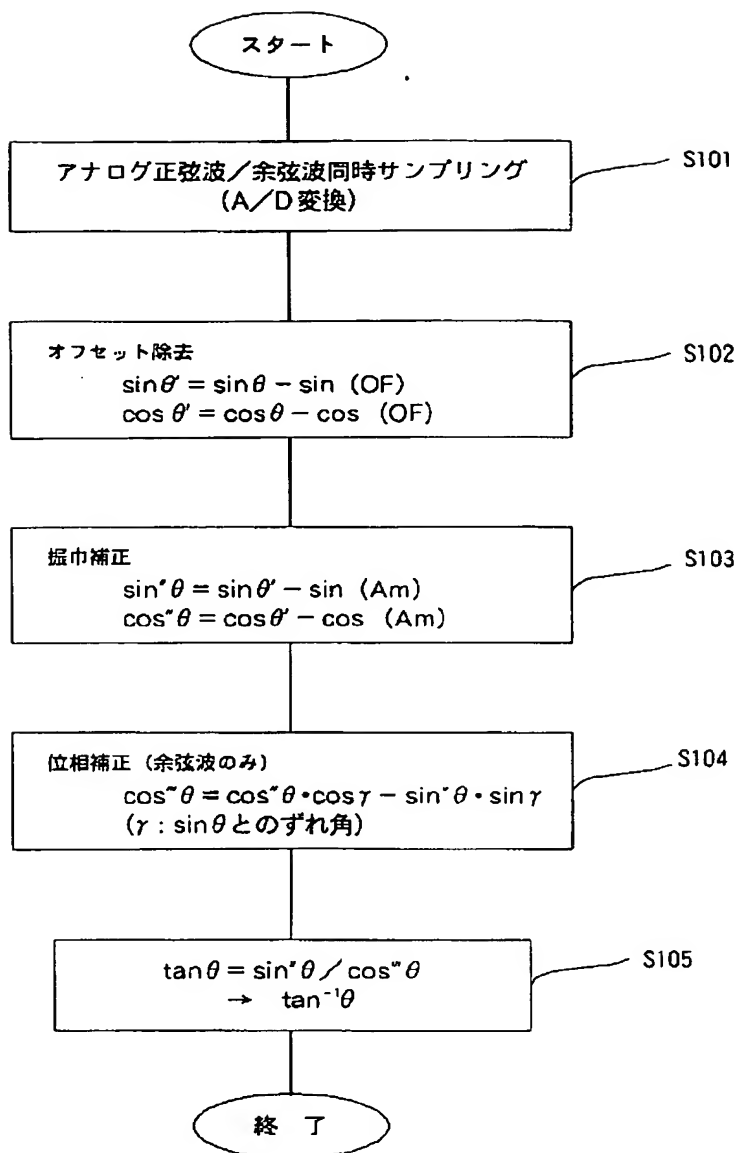


【図8】

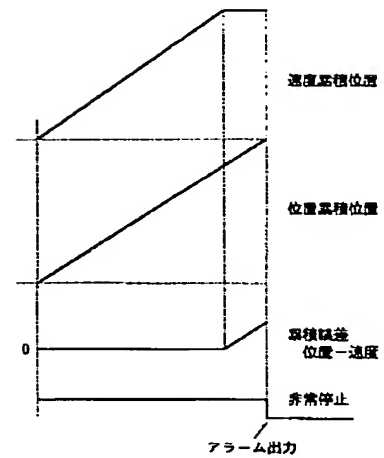
【図11】



【図3】



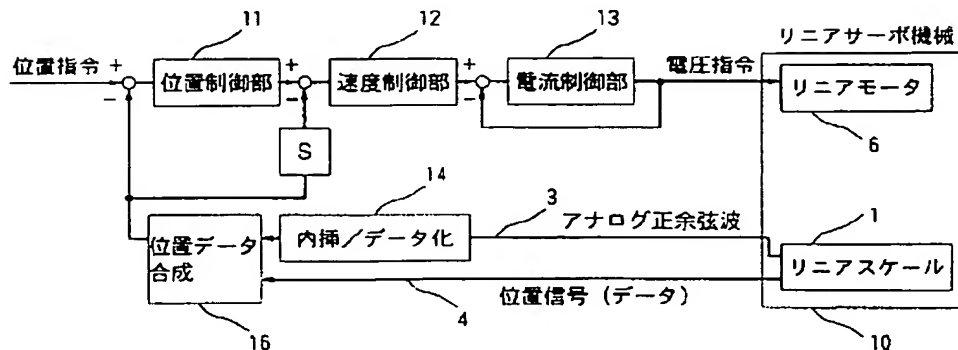
【図9】



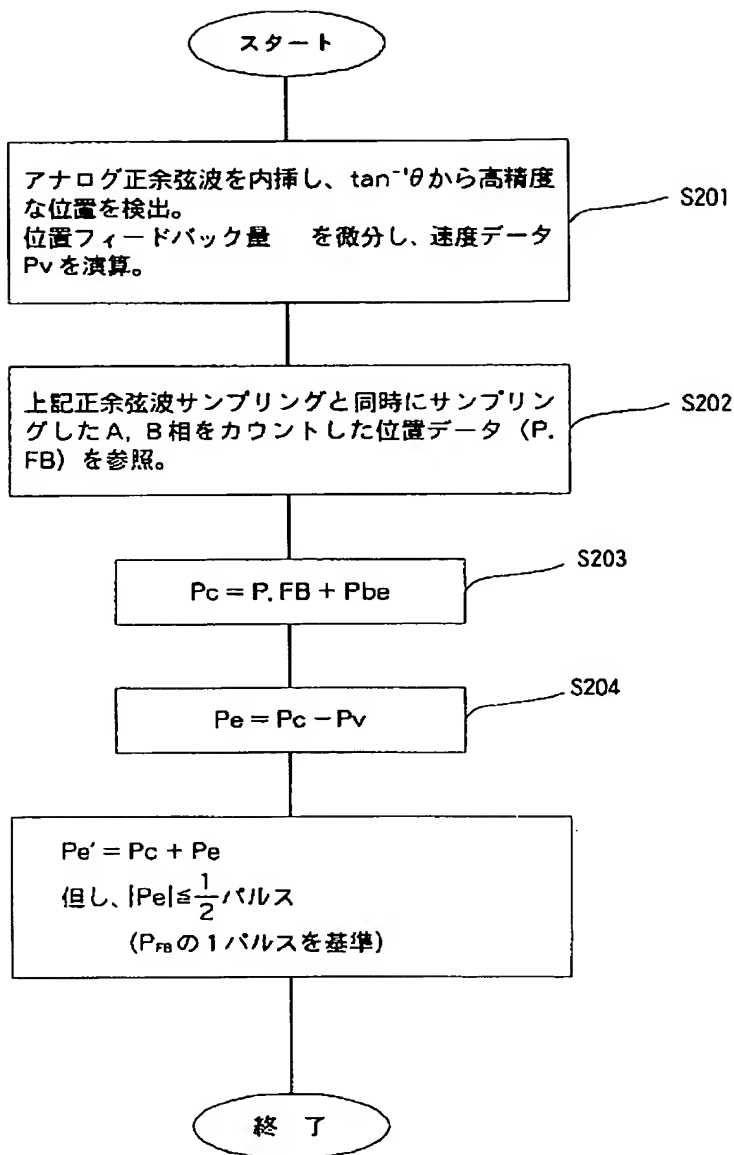
【図12】

Nb	U	V	W
1	1	-0.5	-0.5
2	-0.5	1	-0.5
3	-0.5	-0.5	1
4	-1	0.5	0.5
5	0.5	-1	0.5
6	0.5	0.5	-1

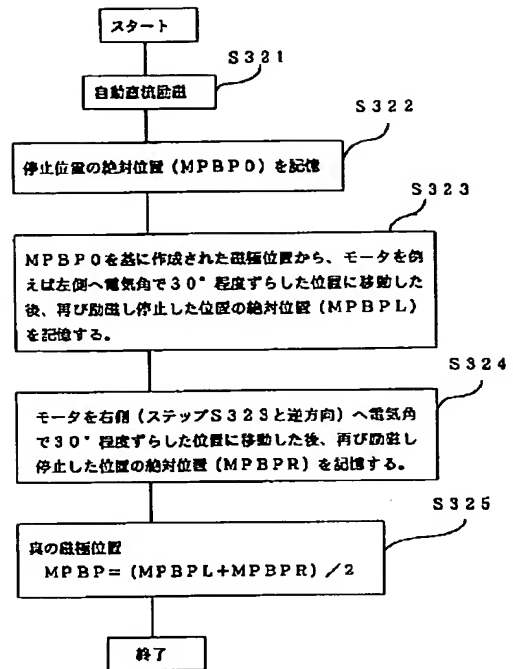
【図5】



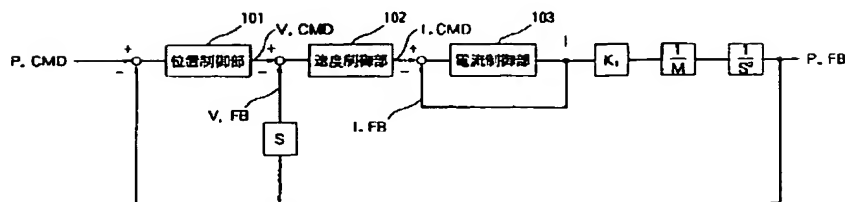
【図6】



【図15】

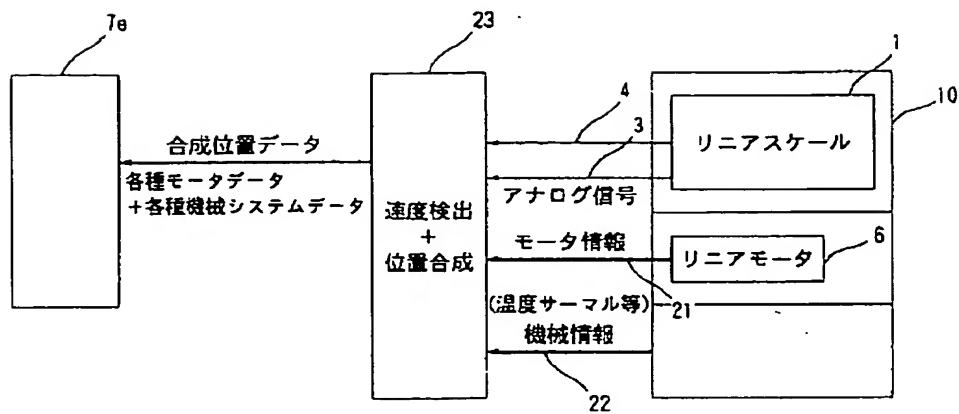


【図22】

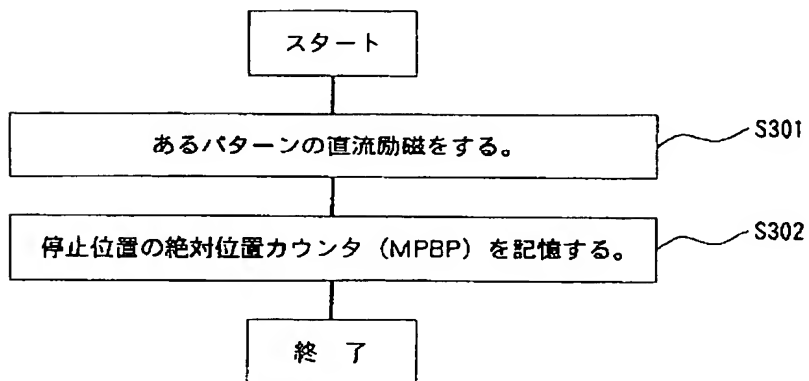




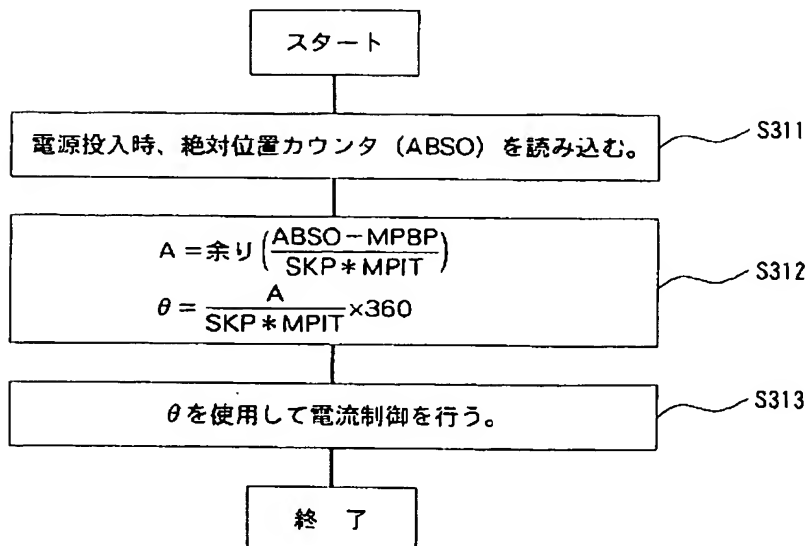
【図10】



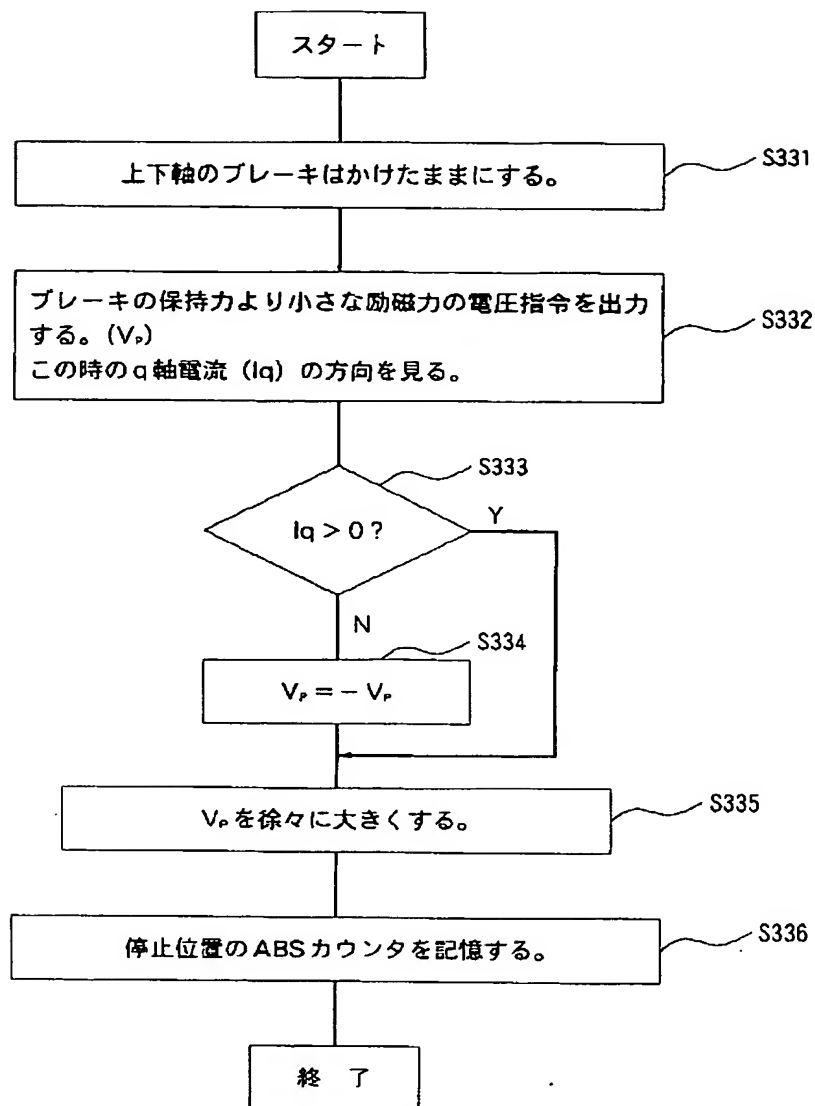
【図13】



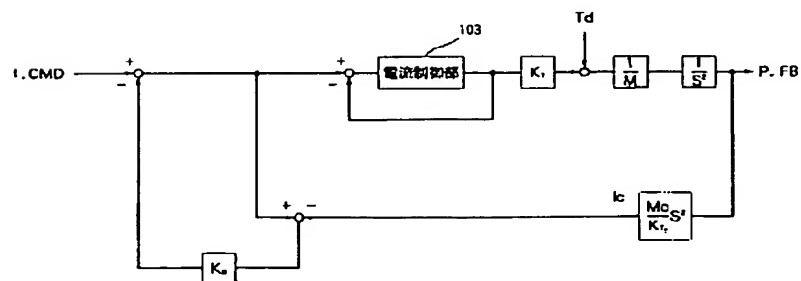
【図14】



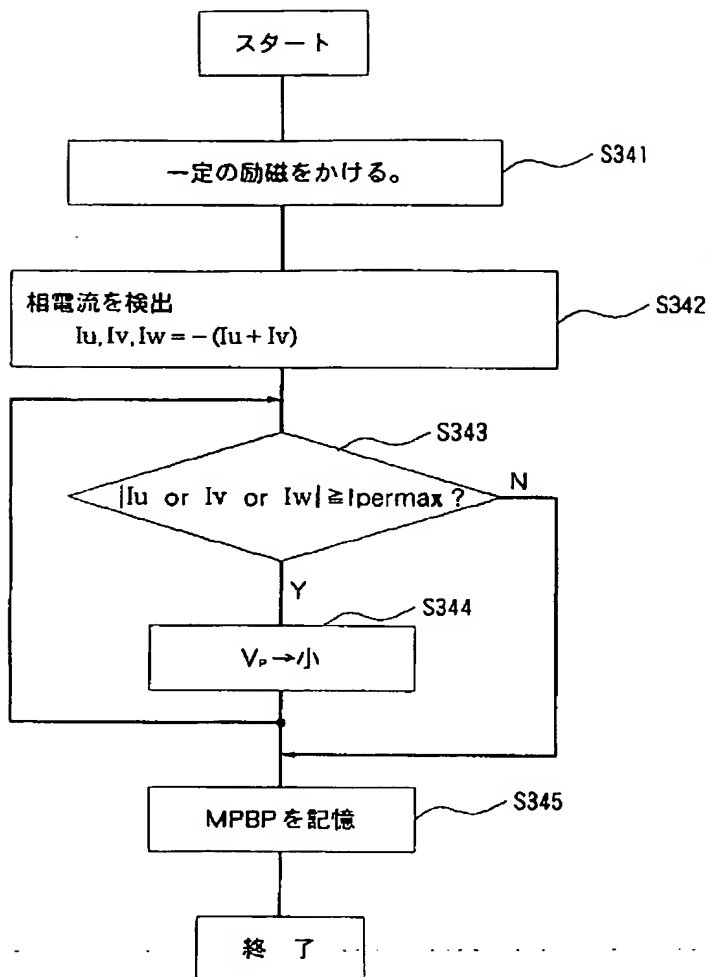
【図16】



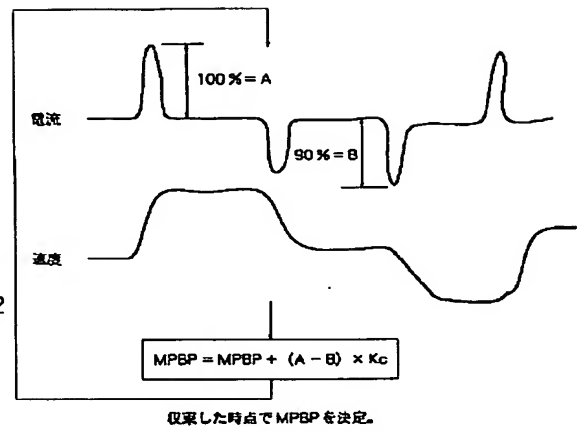
【図23】



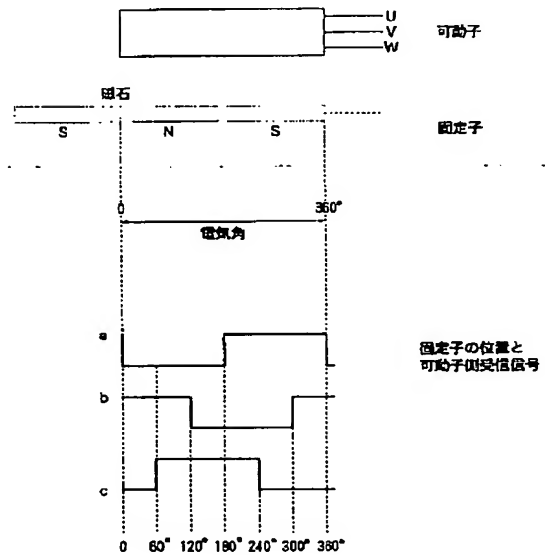
【図17】



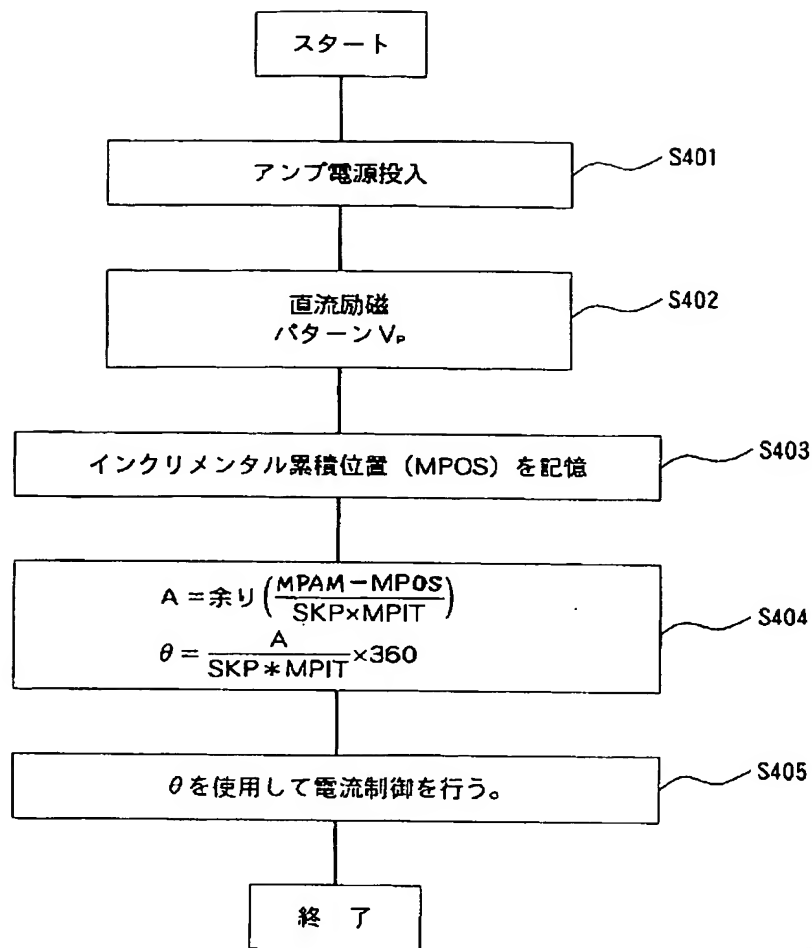
【図20】



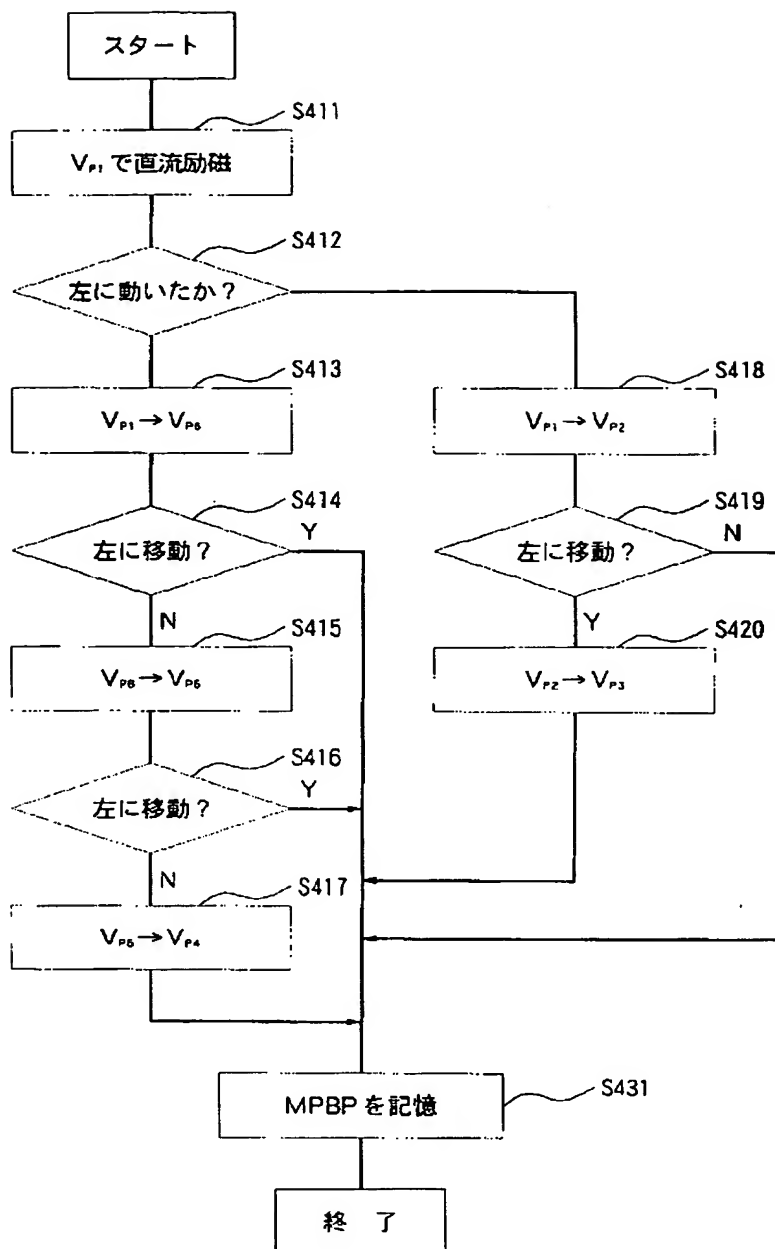
【図24】



【図18】



【図19】



【図21】

